

УДК 502:330.15

## УЧЕТ И ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ НОВОКУЗНЕЦКОГО УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО РАЙОНА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2019 г. Г. А. Фоменко<sup>1,2,\*</sup>, М. А. Фоменко<sup>1,\*</sup>, К. А. Лошадкин<sup>1,2</sup>, А. В. Михайлова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственное объединение Институт “Кадастр”, Ярославль, Россия

<sup>2</sup>Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия

\*e-mail: info@nipik.ru

Поступила в редакцию 14.05.2018 г.; после доработки 26.12.2018 г.; принята в печать 24.01.2019 г.

Территории активного недропользования развиваются за счет доходов от добычи и переработки минеральных ресурсов. В то же время экосистемы таких территорий представляют собой важнейший источник поддержания благосостояния людей. Поиск компромисса между двумя источниками развития территории – абиотическими услугами<sup>1</sup> и услугами экосистем – является одной из основных задач устойчивого развития регионов активного недропользования. В настоящей статье экосистемные и абиотические услуги угледобывающего района Кемеровской области оценивались и сопоставлялись в физических и денежных единицах. Результаты экономической оценки экосистемных и абиотических услуг представлены как важный элемент анализа эффективности сложившейся пространственной организации природопользования с точки зрения устойчивости развития территории.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, природный капитал, экосистемные услуги, абиотические услуги, экономическая оценка.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S2587-55662019388-97>

### ВВЕДЕНИЕ

Сегодня вопросы потери экосистем вышли за рамки дебатов о важности сохранения природы, заняв значительное место в дискуссиях о благополучии человека на длительную перспективу, поскольку влияние человека на природу стало сопоставимо с воздействием глобальных геологических процессов – человек стал, по образному выражению В.И. Вернадского, “геологической силой” [5].

Концепция экосистемных услуг впервые стала применяться в качестве официальной конструкции устойчивости в 1997 г. Р. Костанцой [17] и Г. Дейли [18]. Само понятие “экосистемные услуги” (ecosystem services) отображает многообразие отношений человека с географическим простран-

ством. В качестве одного из первых исследований этих вопросов в сфере пространственного развития следует отметить учение о геосистемах В.Б. Сочавы [12]. Пространственным аспектам природно-хозяйственных территориальных изменений посвящены работы Д.Н. Анучина [1], А.А. Минца [8], Г.А. Приваловской [11], А.А. Тишкова [7], П.Я. Бакланова [2] и др.

Концепция “экосистемных услуг” стала важным направлением развития экономики природопользования и региональных географических исследований. Любые усилия по достижению устойчивого развития должны предусматривать создание условий для сохранения и неистощительного использования экосистем, более справедливого распределения благ и снижения влияния факторов, порождающих деградацию экосистем.

Успех в данном направлении зависит от решения двух одинаково важных задач: поддержания структуры и функций экосистем (способность экосистем к восстановлению) и сокращения объемов использования ресурсов экосистем при производстве и потреблении, а также снижения воздействия на окружающую среду [9, 28]. В России

<sup>1</sup> Основными примерами абиотических услуг могут служить потоки минеральных и энергетических ресурсов из месторождений, солнечной энергии, используемой при выращивании сельскохозяйственных культур и в качестве возобновляемого источника энергии, движение ветра и приливов, которые также могут использоваться в качестве энергоисточников [27, с. 151, 158]. В настоящей статье под термином “абиотические услуги” понимается добыча каменного угля.

в указанном направлении осуществляют исследования Институт географии РАН (А.А. Тишков), кафедра экономики природопользования экономического факультета МГУ (С.Н. Бобылев), Институт “Кадастр” (Г.А. Фоменко) и др.

Важным результатом признания зависимости человеческих сообществ от естественных экосистем стало широкое использование понятий природного капитала и экосистемных услуг [3, 27]. Для учета экосистемных выгод был разработан целый ряд методов; некоторые из них используют различные естественно-научные подходы, в то время как другие подчеркивают важность экономического взгляда на экосистемные услуги [4, 6, 13, 21, 25, 26, 29]. Интеграция экосистемных услуг в процесс принятия решений зависит от наличия пространственной информации о предложении и спросе на экосистемные услуги [14, 16, 23].

Стоимостная оценка используется в качестве необходимого инструмента передачи информации о важности экосистем и биоразнообразия. Это обусловлено тем, что в процессе управления ресурсами в основном учитываются те экосистемные услуги, для которых можно определить рыночную цену, в то время как большая их часть рынком часто не учитывается. Фактически, рыночные сбои в отношении экосистемных услуг, которые являются общедоступными общественными благами, могут привести к их более интенсивной эксплуатации, обеспечивающей *краткосрочные* экономические выгоды некоторым заинтересованным сторонам за счет долгосрочного снижения благосостояния большинства других [20]. В определенных обстоятельствах экосистемы могут перейти в состояние неустойчивости, что может привести к необратимым потерям природного капитала, после чего экосистемы утрачивают способность генерировать экосистемные услуги. Поскольку экосистемные услуги, как правило, тесно взаимосвязаны, оптимизация одного вида услуг может влиять на другие услуги, поэтому любые варианты управления территорией неизбежно связаны с компромиссами.

В настоящем исследовании сделана попытка интеграции процедур и результатов экономической оценки экосистемных и абиотических услуг в процессы стратегического планирования развития территории. Географическая информационная система (ГИС) использовалась для визуализации пространственного распределения оценочных показателей экосистемных и абиотических услуг исследуемой территории. Пространственная информация также использовалась для оценки компромисса и взаимосвязей между различными экосистемными и абиотическими услугами территории.

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

### *Область исследования*

Общая характеристика оцениваемой территории Новокузнецкого муниципального района Кемеровской области в разрезе основных типов экосистем представлена в табл. 1.

Экосистемные и абиотические услуги в сумме составляют природный капитал территории [26, 27]. Важность охвата в процессах стратегического территориального планирования и того, и другого вида услуг, предоставляемых территорией, обусловлена, в частности, необходимостью оценок альтернативных вариантов использования территории и выбора направлений землепользования, наиболее соответствующих целям ее устойчивого развития.

При таком планировании возникает необходимость определения балансов интересов между “корзинами” экосистемных и абиотических услуг, в частности, когда сравниваются альтернативы использования/неиспользования лугов, сельскохозяйственных или лесных земель для добычи каменного угля.

### *Структура оценки*

Экосистемные услуги и абиотические услуги представляют собой фактические материальные и нематериальные потоки, дающие выгоды для людей, которые можно оценивать с экономической точки зрения.

В аспекте экономической оценки выгоды от экосистем могут быть разделены на выгоды от услуг:

- используемых или контролируемых экономическими единицами и продаваемых на рынках;
- напрямую и непосредственно используемых потребителями (физическими лицами), которые не входят в состав услуг, контролируемых экономическими единицами (например, чистый атмосферный воздух).

Различие этих двух типов выгод ведет к различию и в подходах к оценке экономической ценности соответствующих экосистемных и абиотических услуг [26, 27].

1. Для услуг, использование которых так или иначе связано с операциями купли-продажи (обеспечивающие экосистемные услуги, абиотические услуги – добыча каменного угля), их экономическая ценность рассчитывалась либо как доход производителя (ДП), либо как значение потребительского излишка (ПИ).

Значение дохода производителя рассчитывалось по формуле:

$$\text{ДП} = \text{РС} - (\text{РП}_1 - \text{П}_{\text{пр}}), \quad (1)$$

где ДП – доход производителя<sup>2</sup> услуги, РС – рыночная стоимость используемой потребителем услуги, РП<sub>1</sub> – расходы производителя услуги на поставку ее потребителю, П<sub>пр</sub> – платежи производителя в пользу собственника ресурса (государства) за фактический объем использования ресурса (например, плата за заготовку древесины)<sup>3</sup>.

Исходные значения показателей РС и РП<sub>1</sub> принимались по данным рыночных операций с оцениваемой услугой. В то же время во многих случаях рыночные цены не учитывают внешние факторы [19], находящиеся отражение в величине потребительского излишка. Значение потребительского излишка рассчитывалось по формуле:

$$ПИ = ГП - РП_2, \quad (2)$$

где ПИ – потребительский излишек, т.е. выгода потребителя экосистемной услуги в виде сэкономленной суммы, которую он готов был бы заплатить за нее, но фактически ему не пришлось платить в сложившихся условиях, ГП – готовность потребителя платить за используемую услугу<sup>4</sup>, РП<sub>2</sub> – расходы потребителя, необходимые для использования услуги.

Значения показателя ГП получены методом субъективной оценки, основанной на опросах, в которых людям предлагается определить, сколько они готовы платить за конкретные экосистемные услуги [22]. Значения показателя РП<sub>2</sub> определялись экспертным методом, с использованием результатов опросов населения.

2. Для экосистемных услуг, использование которых не связано с операциями купли-продажи (культурные и регулирующие экосистемные услуги) использованы методы:

– оценки потребительского излишка (ПИ). В этом случае значение ПИ эквивалентно значению ГП – денежной оценке готовности потребителя платить за сохранение возможности использовать и/или использование оцениваемой услуги. Значение ГП рассчитано по результатам обобщения и анализа данных, полученных методом субъективной оценки [22];

– переноса ценности, когда показатели ценности экосистемных услуг или экосистемных активов экстраполируются на другие территории

[24, 26, 27]. Исходные данные для переноса ценности были основаны на результатах выполненных ранее эмпирических исследований по оценке экономической ценности экосистемных услуг. Поиск и отбор аналогов эмпирических исследований осуществлялся по имеющимся специализированным он-лайн базам данных: EVRI (<http://www.evri.ca>), Envalue (<http://www.environment.nsw.gov.au/envalue>), Value base Swe (<http://www.beijer.kva.se/valuebase.htm>), Environmental & Cost Benefit Analysis News (<http://envirovaluation.org>), Econ Papers (<http://econpapers.repec.org>). Поскольку качество исходных исследований всегда определяет окончательную оценку стоимости [15], основное внимание уделялось исследованиям, которые были выполнены в регионах, аналогичных по географическим условиям исследуемой территории.

## ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

Исходные данные приняты по состоянию на 2016 г. и изложены в соответствии с видами экосистемных и абиотических услуг.

### *Обеспечивающие экосистемные услуги*

*Водные ресурсы (водоснабжение домашних хозяйств).* Оценка водных ресурсов выполнялась с использованием исходных данных: 1) о фактической доходности коммунальных систем централизованного водоснабжения холодной водой сельского населения района (данные муниципального предприятия “Расчетно-информационный центр” г. Кемерово; URL: <https://www.gkh-kemerovo>); 2) о готовности сельских домашних хозяйств платить за воду в доме (результаты анкетных опросов населения).

*Лесные ресурсы.* Оценка древесины и недревесных продуктов леса выполнена с использованием данных: 1) о средней по Кемеровской области аукционной цене древесины на корню и годовых объемах заготовки древесины в районе лесозаготовительными предприятиями (данные Департамента лесного хозяйства Кемеровской области<sup>5</sup>); 2) о средних рыночных ценах на деловую и дровяную древесину, грибы, ягоды, пищевые и лекарственные растения в Новокузнецком

<sup>2</sup> В рамках данного сценария под производителем понимается лицо, предоставляющее условия для использования экосистемной услуги (например, заготовка и продажа древесины, организация условий для отдыха на природе, лов и продажа рыбы и т.п.) для потребителей (физических или юридических лиц).

<sup>3</sup> Такие платежи являются механизмом изъятия части дохода производителя в пользу государства как собственника ресурса, и поэтому рассматриваются как доход государства от использования экосистемных и абиотических услуг или как минимальное значение экономической ценности этих услуг [27, 29].

<sup>4</sup> Выявленные в результате опросов предпочтения людей, выраженные в денежном исчислении ценности тех или иных экологических объектов. Готовность платить зависит от способности платить, т.е. от доходов опрашиваемых [10].

<sup>5</sup> <http://kemles.ru>

**Таблица 1.** Общая характеристика экосистем Новокузнецкого муниципального района

Экосистема	Площадь, га	Краткое описание	Тенденции изменений
Лесные земли	994 221	Земли, покрытые лесом	Увеличение площади из-за зарастания сельскохозяйственных угодий
Сельскохозяйственные угодья	16 643	Пашни, территории животноводческих хозяйств, прочие сельскохозяйственные территории	Сокращение площадей из-за их зарастания и снижения объемов сельхозпроизводства
Луга	122 718	Территории сельскохозяйственного назначения под многолетними и однолетними травами	Увеличение площадей из-за зарастания пашен
Пойменные территории	51 839	Заболоченные поймы рек и водоемов	Нет данных
Поверхностные водные объекты	7994	Реки, ручьи, озера и другие водоемы	Нет данных
Участки угледобычи*	47 011	Участки под открытыми и подземными разработками, нарушенные земли, участки с приостановленным правом пользования	Стабильное увеличение площадей в результате: (а) отставания темпов рекультивации от освоения новых площадей под добычу, (б) длительности относительного восстановления нарушенных участков даже после рекультивации
Всего	1287437	—	—

\* Данные сводного Государственного реестра участков недр и лицензий из Российского Федерального Геологического Фонда: <http://www.rfgf.ru/license/index.php>.

муниципальном районе (результаты анализа местных рынков и экспертных оценок).

В качестве расходов домашних хозяйств на заготовку продуктов леса принимались значения: 30% от величины средней по району заработной платы при оценке недревесных продуктов леса и 50% – при оценке древесины. Принято, что сезон заготовки домашними хозяйствами недревесных ресурсов леса составляет 2 месяца в году, а заготовка в течение одного месяца ведется в пределах 15 дней.

*Охотничьи и рыбные ресурсы.* Экономическая оценка выполнялась с использованием исходных данных: 1) о квотах на добычу охотничьих ресурсов на территории района и ставках сбора за право пользования объектами животного мира (данные Департамента по охране объектов животного мира Кемеровской области<sup>6</sup>; “Налоговый кодекс Российской Федерации” (часть вторая) от 05.08.2000 г. № 117-ФЗ); 2) об объемах добычи охотничьих ресурсов и лова рыбы сельскими домашними хозяйствами района (результаты анкетных опросов); 3) о рыночных ценах на мясо диких животных и на речную рыбу в районе (результаты анализа местных рынков и экспертных оценок).

<sup>6</sup> <http://depoozm.ru>

В качестве расходов домашних хозяйств на охоту и лов рыбы принималось значение, равное 30% от величины средней по району заработной платы. Полагается, что на охоту и лов рыбы домашними хозяйствами тратится 30 дней в году.

*Продукция сельскохозяйственного производства.* Оценивалась по ее производству коммерческими предприятиями и личными подсобными хозяйствами. Использовались данные отдела по сельскому хозяйству, продовольствию и природопользованию администрации Новокузнецкого муниципального района: 1) о фактической рентабельности сельхозпродукции и валовой выручке коммерческих сельхозпредприятий района; 2) о средних рыночных ценах на овощи, фрукты, мясо и молоко в районе; 3) об объемах выращивания овощей, фруктов и ягод и объемах производства мяса и молока домашними хозяйствами района.

В качестве расходов домашних хозяйств на производство сельхозпродукции принимались значения, равные 30% от величины средней по району заработной платы. Полагается, что на выращивание овощей и ягод домашними хозяйствами тратится от 2 до 3 месяцев в году (в зависимости от сезонов плодоношения конкретных культур).

*Регулирующие экосистемные услуги.* Регулирование климата и состава атмосферы, регулирование запасов водных ресурсов, ассимиляция отходов, обеспечение сохранения дикой природы, почвообразование, опыление. Использовались данные специализированных баз данных он-лайн: EVRI (<http://www.evri.ca>), Envalue (<http://www.environment.nsw.gov.au/envalue>), Value base Swe (<http://www.beijer.kva.se/valuebase.htm>), Environmental & Cost Benefit Analysis News (<http://envirovaluation.org>), Econ Papers (<http://econpapers.repec.org>).

*Культурные экосистемные услуги.* Услуги рекреации, эстетические и гедонистические ценности экосистем. Использовались данные специализированных баз данных он-лайн: EVRI (<http://www.evri.ca>), Envalue (<http://www.environment.nsw.gov.au/envalue>), Value base Swe (<http://www.beijer.kva.se/valuebase.htm>), Environmental & Cost Benefit Analysis News (<http://envirovaluation.org>), Econ Papers (<http://econpapers.repec.org>), а также результаты анализа данных о готовности населения района платить за сохранение рекреационных лесных и водных экосистемных объектов района.

*Абиотические услуги.* Обеспечение добычи каменного угля. Оценка выполнялась по данным Управления промышленности, транспорта и предпринимательства Администрации Новокузнецкого муниципального района Кемеровской области с использованием метода рыночной оценки.

## АНАЛИЗ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Исходные данные для оценки экосистемных и абиотических услуг характеризуют различным уровнем неопределенности. Поэтому был выполнен анализ того, насколько колебания рыночных или экспертных данных, а также сопутствующая неопределенность в исходных данных или их расчетных значений влияют на показатель общей экономической ценности экосистемных услуг. Для оценки комбинированного эффекта неопределенностей был использован метод анализа показателей дескриптивной статистики. Анализ выполнен с использованием инструментов прикладного пакета STATISTICA (StatSoft, Inc. (2011), STATISTICA (data analysis software system), version 10, [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)). Проверка нулевых гипотез выполнялась при критическом уровне статистической значимости  $p = 0.05$ . Учитывая ненормальный характер распределения переменных, мерой среднего уровня принята медиана (Me), а мерой разброса значений признака — 25-я и 75-я процентиля. Высказывающееся значение наблюдалось в отношении показателей общего дохода от реализации продукции сель-

скохозяйственного производства (мясо, молоко). Основная причина — высокие показатели производства коровьего молока в некоторых поселениях Новокузнецкого района с наиболее благоприятными условиями для животноводства.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 2 представлены общие значения годовой экономической ценности экосистемных и абиотических услуг, предоставляемых территорией Новокузнецкого района.

По результатам оценки (см. табл. 2), 82% годовой ценности природного капитала Новокузнецкого района генерируется лесными землями, более 9% — пойменными территориями, более 6% — землями, занятыми под добычу каменного угля. Минимальным значением ценности экосистемных услуг характеризуются поверхностные водные объекты — 0.2% от ценности природного капитала района.

С использованием инструментария ГИС была выполнена пространственная визуализация экосистемных данных и показателей экономической деятельности на территории района, демонстрирующая взаимосвязи потоков экосистемных услуг и изменений природных запасов конкретных участков с показателями объемов добычи (использования) ресурсов (каменного угля).

Пространственное распределение ценности экосистемных и абиотических услуг было выполнено по данным генеральных планов сельских поселений и результатам дешифрирования мультиспектральных спутниковых снимков и обработки растровых карт и векторных данных в программном комплексе ENVI<sup>7</sup> (рис. 1 и 2).

Из рис. 1 видно, что участки земель с максимальными значениями удельной ценности обеспечивающих экосистемных и абиотических услуг в основном тяготеют к инфраструктурным центрам района, а минимальные значения характерны для периферийных территорий района.

Распределение удельной ценности регулирующих экосистемных услуг по территории района (см. рис. 2), наоборот, характеризуется максимальными значениями для периферийных мало освоенных территорий района (кроме поймы р. Томь) и минимальными значениями — для территорий, прилегающих к населенным пунктам и инфраструктурной сети района.

Результаты настоящего исследования позволили определить возможности и направления решения следующих задач: 1) расширение представления менеджеров об экономических выгодах от экосистем района при принятии решений

<sup>7</sup> <http://www.harrisgeospatial.com/SoftwareTechnology/ENVI.aspx>.

**Таблица 2.** Экономическая ценность экосистемных и абиотических услуг территории Новокузнецкого муниципального района, млн руб./год

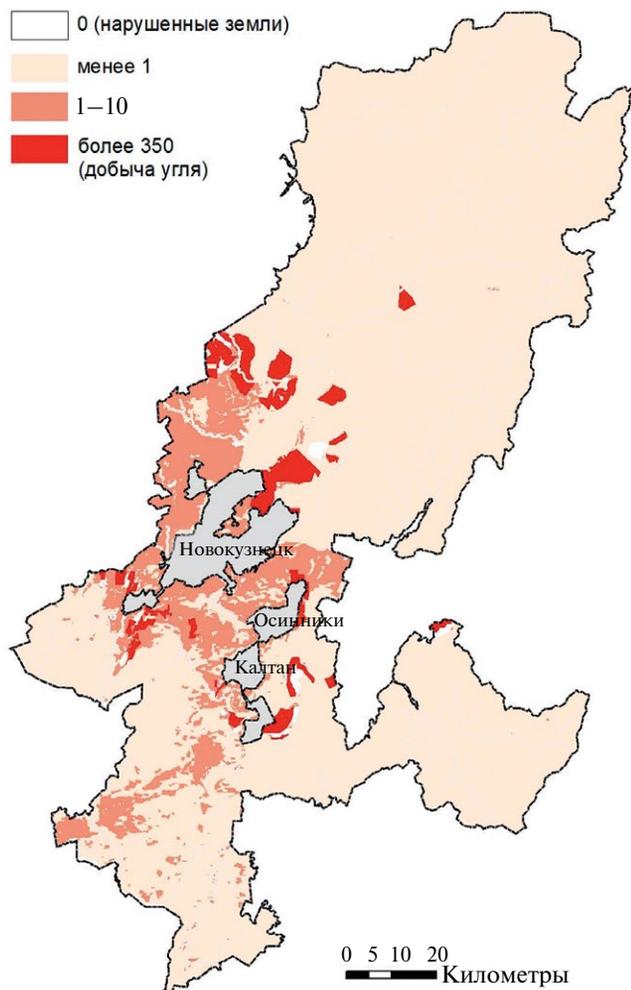
Источник экономической ценности	Лесные земли	Сельскохозяйственные угодья	Луга	Пойменные территории	Поверхностные водные объекты	Участки угледобычи	Всего
<i>Регулирующие экосистемные услуги</i>							
Регулирование климата и состава атмосферы	7854.3	—	49.1	1010.9	—	—	8914.3
Регулирование запасов водных ресурсов	—	—	36.8	11 409.8	—	—	11 446.6
Ассимиляция отходов	6363	—	785.4	6314	—	—	13 462.4
Обеспечение сохранения дикой природы	133 325	2008.8	—	383.6	—	—	135 717.4
Почвообразование	696	—	1435.8	—	—	—	2131.8
Опыление	23 364.2	44.9	233.2	—	—	—	23 642.3
Итого	171 602.5	2053.7	2540.3	19 118.3	—	—	195 314.8
<i>Культурные экосистемные услуги</i>							
Рекреация *	4.6	—	—	—	0.1	—	4.7
Эстетические и гедонистические ценности*	13 532.1	36.6	257.7	1882.8	414.1	—	16 123.3
Итого	13 536.7	36.6	257.7	1882.8	414.2	—	16 128
<i>Обеспечивающие экосистемные услуги</i>							
Древесина*	25.9	—	—	—	—	—	25.9
Недревесные ресурсы леса*	35.8	—	5.8	2.4	—	—	44.0
Водные ресурсы	—	—	—	—	0.8	—	0.8
Охотничьи ресурсы*	0.4	0.01	0.05	0.02	—	—	0.5
Рыбные ресурсы	—	—	—	—	1.1	—	1.1
Сельскохозяйственная продукция	—	117.0	862.8	—	—	—	979.8
Итого	62.1	117.01	868.66	2.43	1.9	—	1052.1
<i>Абиотические услуги</i>							
Каменный уголь	—	—	—	—	—	14 225.3	14 225.3
Всего	185 201.3	2207.3	3666.6	21 003.53	416.1	14 225.3	226 720.2

\* Значения ценности культурных и обеспечивающих экосистемных услуг (древесина, недревесные ресурсы леса и охотничьи ресурсы) для лесных земель указаны без учета территории Государственного природного заповедника “Кузнецкий Алатау”.

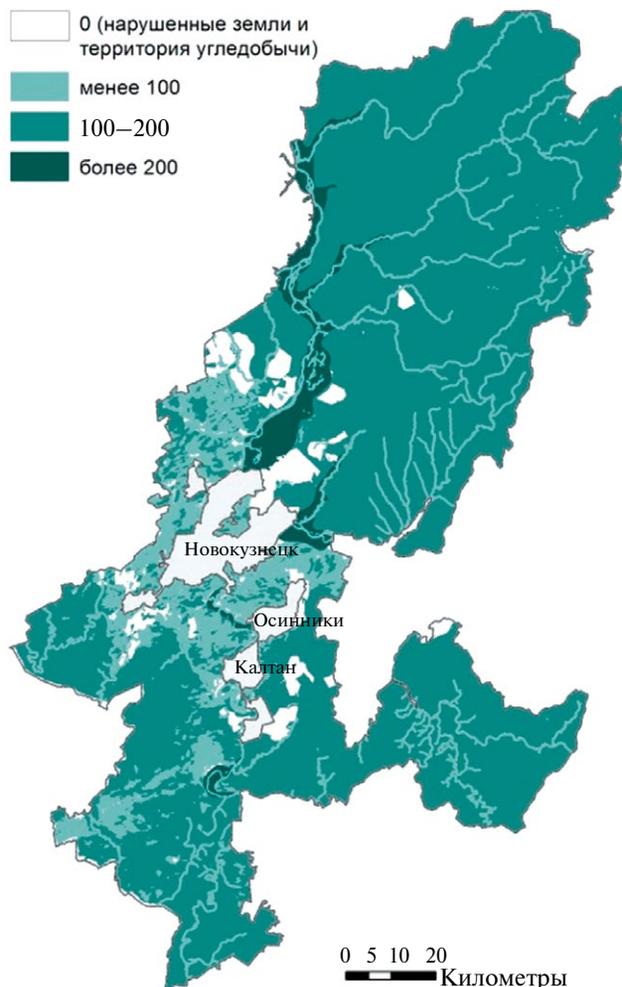
по стратегическому планированию и текущему управлению и 2) выбор оптимальных направлений землепользования на территории района с позиций его устойчивого развития.

Таким образом, выбор оптимальных направлений землепользования на территории района с позиций его устойчивого развития связан, во-первых, с признанием, что ненару-

шенные экосистемы представляют значительную экономическую ценность, и их сохранение в естественном состоянии имеет как природоохранный, так и экономический смысл, прежде всего в долгосрочной перспективе обеспечения экологически устойчивого развития территории Новокузнецкого района. Во-вторых, необходим учет и пространственный анализ экономической



**Рис. 1.** Ценность обеспечивающих экосистемных и абиотических услуг Новокузнецкого муниципального района, тыс. руб./га/год.



**Рис. 2.** Ценность регулирующих экосистемных услуг Новокузнецкого муниципального района, тыс. руб./га/год.

ценности экосистем в стратегическом планировании развития территорий в рамках стандартов эколого-экономического учета.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что сопоставление выгод от экосистемных услуг и абиотических услуг (добычи каменного угля) Новокузнецкого района Кемеровской области полезно для понимания необходимости совместного поиска компромиссных решений по обеспечению сохранения экосистем района и его устойчивого развития в условиях интенсивного недропользования, чем необходимо руководствоваться специалистам регионального и муниципального управления в своей деятельности.

Налаживание учета, оценки и картирование физических и стоимостных характеристик экосистемных и абиотических услуг на территориях активного недропользования позволяет существенно расширить информационно-аналитическую базу принятия управленческих решений в сфере стратегического территориального планирования, повысить их результативность с точки зрения достижения устойчивого развития территории. Здесь существует значительный, еще не раскрытый потенциал, и требуются глубокие междисциплинарные исследования, в первую очередь, географические, связанные с формированием территориальной политики устойчивого развития и стратегического планирования. Прежде всего, это касается вопросов целеполагания, принятия и восприятия решений

в практике природопользования, при формировании и развитии территориальных информационных систем.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена по результатам исследований в рамках проекта Минприроды России и ПРООН “Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического сектора России”.

### FUNDING

The paper is prepared in the framework of the Russian Federation Ministry of Nature and UNDP project “Biodiversity conservation objectives in Russia's energy sector development policies and programs”.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Исследовательская работа была поддержана Администрацией Новокузнецкого муниципального района Кемеровской области. Авторы выражают благодарность ООО “ИнЭКА-Консалтинг” (г. Новокузнецк) за неоценимую помощь в сборе исходных данных для выполнения настоящего исследования. Проведение опросов сельского населения района для выполнения субъективной оценки экосистемных услуг было выполнено ЧУ ДПО “Сибирский институт технологий управления” (г. Междуреченск).

### ACKNOWLEDGMENTS

The research was supported by the Administration of Novokuznetsk municipal district of Kemerovo oblast. The authors are grateful to the OC “InEKA-Konsulting” (Novokuznetsk) for the assistance in data collection. Surveys of the rural population of the district to perform a subjective assessment of ecosystem services were performed by the “Siberian Institute of Management Technologies” (Mezhdurechensk).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анучин Д.Н.* Избранные географические работы. М., 1949. 388 с.
2. *Бакланов П.Я., Каракин В.П.* Природно-ресурсное пространство: дифференциация, границы, типы // География и природные ресурсы. 2013. № 4. С. 308–313.
3. *Бобылев С.Н.* Экономика природопользования / Учеб. 2-е изд. М.: ИНФРА-М, 2014. 400 с.
4. *Бобылев С.Н., Захаров В.М.* Экосистемные услуги. Человек и природа. М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города

- Москвы, Центр устойчивого развития и здоровья среды ИБР Р.Н. Центр экологической политики России, 2015. 100 с.
5. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. 261 с.
6. Денежная оценка экосистемных услуг / учеб. пособие / под ред. Г.А. Фоменко, М.А. Фоменко, К.А. Лошадкина, А.В. Михайловой, О.В. Ладыгиной. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2012. 128 с.
7. *Исаков Ю.А., Казанская Н.С., Тишков А.А.* Зональные закономерности динамики экосистем. М.: Наука, 1986. 170 с.
8. *Миц А.А.* Географические вопросы хозяйственного использования природных ресурсов СССР // Вопр. географии. М.: Мысль, 1968. Сб. 75. С. 19–37.
9. Навстречу “зеленой” экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности / доклад / ЮН.П. С.-Мартэн-Бельвю. Франция. 2011. 44 с.
10. *Перелет Р.* Экономика и окружающая среда / англо-русский словарь справочник / науч. ред. А. Маркандиа. М.: Гарвардский ин-т междунар. развития, 1996. 120 с.
11. *Приваловская Г.А.* Социально-экономические аспекты изменения природных комплексов в современных ресурсно-сырьевых районах России // Изменения природно-территориальных комплексов в зонах антропогенного воздействия. М.: Медиа-Пресс, 2006. С. 4–19.
12. *Сочава В.Б.* Учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1975. 39 с.
13. *Фоменко Г.А.* Управление природоохранной деятельностью: Основы социокультурной методологии / под ред. Г.А. Фоменко. М.: Наука, 2004. 390 с.
14. *Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Лошадкин К.А., Гоге Э.А.* Экосистемный подход в территориальном управлении природопользованием и охраной окружающей среды // Проблемы региональной экологии. 2018. № 1. С. 50–66.
15. *Brouwer R.* Environmental value transfer: state of the art and future prospects // Ecol. Econ. 2000. № 1. P. 137–152.
16. *Burkhard B., Crossman N., Nedkov S., Petz K., Alkemade R.* Mapping and modelling ecosystem services for science, policy and practice // Ecosyst. Serv. 2013. № 4. P. 1–3.
17. *Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M.* The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. 1987. № 387. P. 253–260.
18. *Daily G.C.* Introduction: what are ecosystem services // Nature's Services / G.C. Daily (Ed.). Washington: Island Press, 1997. P. 1–10.
19. *Dasgupta P., Duraiappah A.* Chapter 1: Well-being and Wealth. In UNU-IHDP and UNEP, 2012. Inclusive Wealth Report 2012. Measuring Progress Toward Sustainability. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2012. P. 29–53.
20. *de Groot R., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemen L.* Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning,

- management and decision making // *Ecol. Complex*. 2010. № 7. P. 260–272.
21. Farber S.C., Costanza R., Wilson M.A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services // *Ecol. Econ.* 2002. № 41. P. 375–392.
  22. Howarth R.B., Farber S. Accounting for the value of ecosystem services // *Ecol. Econ.* 2002. № 41. P. 421–429.
  23. Maes J., Egoh B., Willemen L., Liqueste C., Vihervaara P., Schägner J., Grizzetti B., Drakou E.G., LaNotte A., Zulian G., Bouraoui F., Paracchini M.L., Braat L.C., Bidoglio G. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union // *Ecosyst. Serv.* 2012. № 1. P. 31–39.
  24. Richardson L., Loomis J., Kroeger T., Casey F. The role of benefit transfer in ecosystem service valuation // *Ecol. Econ.* 2015. V. 115 (C). P. 51–58.
  25. Seppelt R., Fath B., Burkhard B., Fisher J.L., Grêt-Regamey A., Lautenbach S., Pert P., Hotes S., Spangenberg J., Verborg P.H., Van Oudenhoven A.P.E. Form follows function? Proposing a blueprint for ecosystem service assessments based on reviews and case studies // *Ecol. Indic.* 2012. № 21. P. 145–154.
  26. System of Environmental Economic Accounting 2012 – Central Framework // *Statistical Papers*. Ser. F. № 109. Sales № E12.XVII.12 / United Nations. 2014. URL. [unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev).
  27. System of Environmental-Economic Accounting 2012 Experimental Ecosystem Accounting // *Statistical Papers*. Series F. № 112. Sales № E13.XVII.13 / United Nations. 2014. URL. [unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev).
  28. TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers. Summary: Responding to the Value of Nature / P. ten Brink, A. Berghofer, Ch. Schroter-Schlaack, P. Sukhdev, A. Vakrou, S. White, etc. Germany: Welzel+Hardt, 2009. 59 p.
  29. Ulgiati S., Zucaro A., Franzese P.P. Shared wealth or nobody's land? The worth of natural capital and ecosystem services // *Ecol. Econ.* 2011. № 70. P. 778–787.
  6. Fomenko G.A., Fomenko M.A., Loshadkin K.A., Mikhailova A.V., Ladygina O.V. *Denezhnaya otsenka ekosistemnykh uslug* [Monetary Assessment of Ecosystem Services]. Yaroslavl: Yaroslavskii Gos. Tech. Univ., 2012. 128 p.
  7. Isakov Yu.A., Kazanskaya N.S., Tishkov A.A. *Zonal'nye zakonomernosti dinamiki ekosistem* [Zonal Patterns of Ecosystem Dynamics]. Moscow: Nauka Publ., 1986. 170 p.
  8. Mints A.A. Geographical issues of economic use of natural resources of the U.S.R. In *Voprosy Geografii. Sb. 75: Territorial'naya organizatsiya proizvoditel'nykh sil SSSR* [Problems of Geography. Vol. 75: Territorial Organization of the Productive Forces of the USSR]. Moscow, 1968, pp. 19–37. (In Russ).
  9. *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. UNEP, 2011. 44 p.
  10. Perelet R. *Ekonomika i okruzhayushchaya sreda: anglo-russkii slovar' spravochnik* [Economy and environment: English-Russian Dictionary-Handbook]. Markandia A., Ed. Moscow: Garvardskii Inst. Mezhd. Razvitiya, 1996. 120 p.
  11. Privalovskaya G.A. Socio-economic aspects of the change of natural complexes in the modern resource-based regions of Russia. In *Izmeneniya prirodno-territorial'nykh kompleksov v zonakh antropogennogo vozdeistviya* [Changes in Natural and Territorial Complexes in Zones of Anthropogenic Impact]. Moscow: Media-Press, 2006, pp. 4–19. (In Russ.).
  12. Sochava V.B. *Uchenie o geosistemakh* [The Doctrine of Geosystems]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1975. 39 p.
  13. Fomenko G.A. *Upravlenie prirodookhrannoi deyatel'nost'yu: Osnovy sotsiokul'turnoi metodologii* [Environmental Management: Basics of Sociocultural Methodology]. Moscow: Nauka Publ., 2004. 390 p.
  14. Fomenko G.A., Fomenko M.A., Loshadkin K.A., Goge E.A. Ecosystem approach in the territorial management of environmental management and environmental protection. *Probl. Reg. Ekol.*, 2018, no. 1, pp. 50–66. (In Russ.).
  15. Brouwer R. Environmental value transfer: state of the art and future prospects. *Ecol. Econ.*, 2000, vol. 32, no. 1, pp. 137–152.
  16. Burkhard B., Crossman N., Nedkov S., Petz K., Alkemade R. Mapping and modelling ecosystem services for science, policy and practice. *Ecosyst. Serv.*, 2013, no. 4, pp. 1–3.
  17. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1987, vol. 337, no. 6630, pp. 253–260.
  18. Daily G.C. Introduction: What are ecosystem services. In *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Daily G.C., Ed. Washington: Island Press, 1997, pp. 1–10.
  19. Dasgupta P., Duraiaappah A. Chapter 1: Well-being and wealth. In *Inclusive Wealth Report 2012. Measuring Progress Toward Sustainability*. UNU-IH.P. UNEP, 2012, pp. 29–53.

## REFERENCES

1. Anuchin D.N. *Izbrannye geograficheskie raboty* [Selected Geographical Works]. Moscow, 1949. 388 p.
2. Baklanov P.Y., Karakin V.P. Natural-resource space: Differentiation, boundaries, types. *Geography and Natural Resources*, vol. 34, no. 4, pp. 308–313.
3. Bobylev S.N. *Ekonomika prirodopol'zovaniya: uchebnik* [Environmental Economics: Textbook]. Moscow: INFRA-M Publ., 2014, 2nd ed. 400 p.
4. Bobylev S.N., Zakharov V.M. *Ekosistemnye uslugi. Chelovek i priroda* [Ecosystem Services. Human and Nature]. Moscow: Department Prirodopol'zovaniya i Okhrany Okruzhayushchei Sredy Goroda Moskvy, TSentr Ustojchivogo Razvitiya i Zdorov'ya Sredy IBR Akad. Nauk, TSentr Ekol. Politiki Rossii, 2015. 100 p.
5. Vernadsky V.I. *Biosfera i noosfera* [Biosphere and Noosphere]. Moscow: Nauka Publ., 1989. 261 p.

20. De Groot R., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemen L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complex.*, 2010, vol. 7, no. 3, pp. 260–272.
21. Farber S.C., Costanza R., Wilson M.A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecol. Econ.*, 2002, vol. 41, no. 3, pp. 375–392.
22. Howarth R.B., Farber S. Accounting for the value of ecosystem services. *Ecol. Econ.*, 2002, vol. 41, no. 3, pp. 421–429.
23. Maes J., Egoh B., Willemen L., Liquete C., Vihervaara P., Schägner J., Grizzetti B., Drakou E.G., LaNotte A., Zulian G., Bouraoui F., Paracchini M.L., Braat L.C., Bidoglio G. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosyst. Serv.*, 2012, vol. 1, no. 1, pp. 31–39.
24. Richardson L., Loomis J., Kroeger T., Casey F. The role of benefit transfer in ecosystem service valuation. *Ecol. Econ.*, 2015, vol. 115, pp. 51–58.
25. Seppelt R., Fath B., Burkhard B., Fisher J.L., Grêt-Regamey A., Lautenbach S., Pert P., Hotes S., Spangenberg J., Verburg P.H., Van Oudenhoven A.P.E. Form follows function? Proposing a blueprint for ecosystem service assessments based on reviews and case studies. *Ecol. Indic.*, 2012, vol. 21, pp. 145–154.
26. System of Environmental–Economic Accounting 2012 Experimental Ecosystem Accounting. Statistical Papers, Series F, No. 112. Sales No. E13.XVII.13. United Nations. 2014. Available at: <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/> (accessed 18.04.2019).
27. System of Environmental–Economic Accounting 2012 – Central Framework. Statistical Papers, Series F, No. 109. Sales No. E12.XVII.12. United Nations. 2014. Available at: <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/> (accessed 18.04.2019).
28. *TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers*. Welzel, Germany, 2009. 59 p.
29. Ulgiati S., Zucaro A., Franzese P.P. Shared wealth or nobody's land? The worth of natural capital and ecosystem services. *Ecol. Econ.*, 2011, vol. 70, no. 4, pp. 778–787.

## Accounting and Assessment of Ecosystem Services of Novokuznetsk Coal-Mining Area (Kemerovo Oblast)

**G. A. Fomenko<sup>1,2,\*</sup>, M. A. Fomenko<sup>1,\*</sup>, K. A. Loshadkin<sup>1,2</sup>, and A. V. Mikhailova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Research and Consulting Syndicate Cadaster Institute, Yaroslavl, Russia*

<sup>2</sup>*Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia*

*\*e-mail: info@nipik.ru*

Received May 05, 2018; revised December 26, 2018; accepted January 24, 2019

Development of territories with excessive mineral resource use is traditionally based on income from mining and mineral resources processing. At the same time, their ecosystems are an important source of human well-being as they produce many ecosystem services. Reaching a compromise between two sources of territory development – abiotic services (coal mining) and ecosystem services – is one of the major objectives of sustainable development of the regions with excessive mineral resource use. This article assesses and compares ecosystem and abiotic services in the coal-mining area in Kemerovo oblast in monetary and physical terms. The results of economic evaluation of ecosystem and abiotic services are considered to be a key element in efficiency assessment of spatial organization of environmental management concerning sustainable development of the territory.

**Keywords:** sustainable development, natural capital, ecosystem services, abiotic services, economic evaluation.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S2587-55662019388-97>